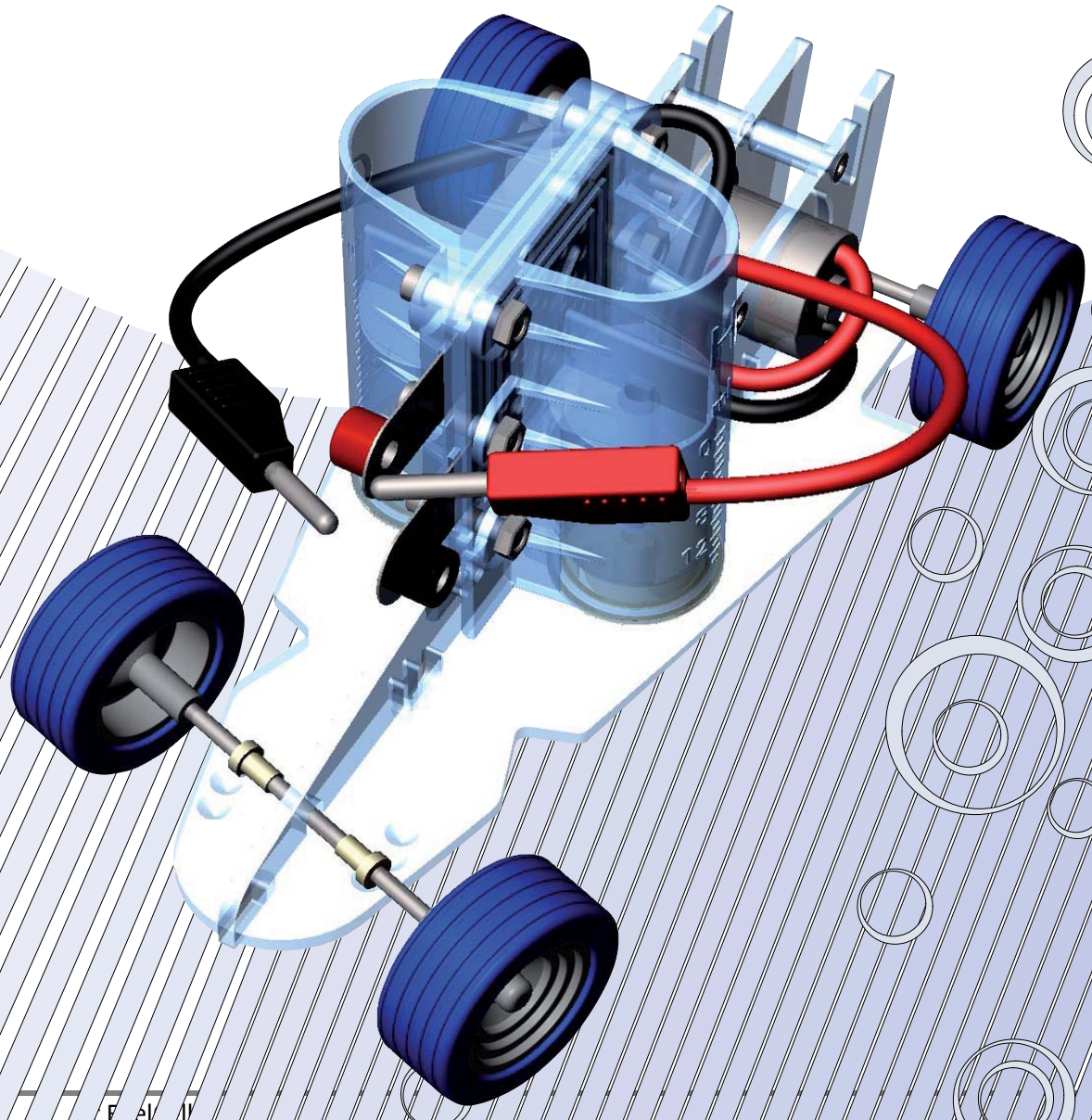
Heliocentris

Dr FuelCell™ Model Car

Manual de instrucciones del Alumno



www.heliocentris.com

Manual de instrucciones para el Dr FuelCell ™ Model Car Kit

Versión 4.1.0

Mayo de 2008

© Heliocentris Energiesysteme GmbH

Rudower Chaussee 29

12489 Berlín

Alemania

Todos los derechos reservados. Está prohibida la reproducción total o parcial de este libro, su almacenamiento en un sistema de recuperación o su transmisión en cualquier forma y por cualquier medio sin la previa autorización, excepto en el siguiente caso: fotocopiar de estas páginas de investigación para su uso en el aula o por un profesor.

Los componentes del Dr FuelCell™ Model Car Kit están protegidos por aplicaciones de patentes y / o modelos de utilidades.

Dr FuelCell es una marca comercial de Heliocentris Energiesysteme GmbH, Alemania.

Sujeto a modificaciones sin previo aviso.

Contenidos

Prefacio…… 3

1. Acerca de este documento…….. 4

1.1 Símbolos y signos……..... 4

1.1.1 Símbolos……... 4

1.1.2 Signos de advertencia…… 4

2. Seguridad general…….. 6

2.1 Por su seguridad……. 6

2.1.1 Uso correcto…… 6

2.1.2 Operadores……..... 7

2.1.3 Equipo de protección…….. 7

2.2 Condiciones del lugar……..... 7

2.3 Envío y transporte…….. 7

2.4 Medidas de seguridad…….. 7

2.4.1 En caso de emergencia……. 8

2.5 Compatibilidad electromagnética…… 8

2.6 Garantía…….. 8

3. Contenido del Kit del alumno – Descripción funcional…….. 9

3.1 Contenido del kit…… 9

3.2 Panel solar…….. 10

3.3 Generador de mano…….. 11

3.4 Pila de combustible reversible……. 12

3.5 Motor con hélice……. 13

4. Coche y motor…….. 14

5. Inicio…… 15

5.1 Aspectos preliminares…… 15

5.1.1 Dónde instalar el kit de maqueta de coche……... 15

5.1.2 Desembalaje……15

5.1.3 Equipo adicional……. 16

5.2 Cómo llenar la pila de combustible reversible…… 17

5.3 Cómo producir hidrógeno……..... 18

5.3.1 Cómo instalar el panel solar……. 19

5.3.2 Cómo conectar el panel solar y la pila de combustible reversible……19

5.3.3 Cómo usar el generador de mano…….. 21

5.3.4 Otras fuentes de energía…….. 22

5.3.5 Cómo finalizar la producción de hidrógeno y oxígeno……..... 23

5.3.6 Cómo purgar aire de la pila de combustible reversible…… 23

6. Cómo hacer funcionar su pila de combustible……. 25

6.1 Cómo hacer funcionar la maqueta de coche…….. 25

6.2 Cómo hacer funcionar el motor con hélice…….. 27

7. Cómo apagar el DrFuelCell Model Car…… 28

7.1 Cómo desarmar y almacenar el DrFuelCell Model Car……... 29

7.2 Eliminación…….. 30

8. Información técnica…….... 30

8.1 Especificaciones……. 30

8.1.1 Panel solar…….. 30

8.1.2 Pila de combustible reversible……. 30

8.1.3 Coche y motor……. 31

9. Detección y solución de problemas…… 32

9.1 Prueba del panel solar…… 32

9.2 Prueba del electrolizador…… 33

9.3 Prueba de la pila de combustible…….. 35

9.4 Problemas y sus soluciones…….. 36

10. Mantenimiento y servicio…….. 45

10.1 Cómo limpiar el DrFuelCell Model Car……. 45

10.2 Cómo dar forma nuevamente a los tapones…….. 46

10.3 Cómo reemplazar la batería de la caja del medidor de carga……. 46

10.4 Servicio……. 47

Prefacio

Durante la última década, las pilas de combustible han sido reconocidas como una alternativa utilizable a las tecnologías energéticas. En la nueva economía en desarrollo, el crecimiento continuo de las pilas de combustible está garantizado.

En Heliocentris esperamos que las experiencias que sus alumnos tengan con el Dr FuelCell™ Model Car Kit les proporcionen algunos conocimientos sobre las pilas de combustible y enciendan su interés en el gran tema de la tecnología de hidrógeno solar sostenible.

Esperamos que se sientan estimulados a buscar formas de vida que sean de beneficio para nuestro planeta y sus habitantes.

1 Acerca de este documento

La finalidad de este documento es ayudarle a hacer funcionar fácilmente su Dr FuelCell™ Model Car Kit y prepararlo para otros experimentos. Estos experimentos se describen en detalle en la Guía para el profesor que se entrega con su kit de maqueta de coche.

1.1 Símbolos y signos

1.1.1 Símbolos

En este documento, los siguientes símbolos y signos se utilizan para:

Símbolo	Significado
→	Aquí debe hacer algo
1.	Aquí debe hacer algo y prestar atención a la indicación
v	Éste es un prerrequisito que debe completar antes de comenzar el siguiente paso
▪, -	Ítem de una lista

Tabla 1-1 Símbolos utilizados en este documento

1.1.2 Signos de advertencia

Los signos de advertencia aparecen de la siguiente manera:

NIVEL DE RIESGO
¡Aquí se describe el tipo y origen del peligro! Aquí se describen las posibles consecuencias de no tomar en cuenta las medidas de seguridad. → Aquí se mencionan las medidas de seguridad a tener en cuenta.

Pueden presentarse los siguientes niveles de riesgo al trabajar con el producto:

⚠ PRECAUCIÓN
¡Situación peligrosa! Si no se tienen en cuenta las medidas de seguridad, pueden producirse heridas leves.

AVISO
¡Situación peligrosa! Si no se tienen en cuenta las medidas de seguridad, pueden producirse daños en el equipo.

Los siguientes son consejos útiles:

CONSEJO
Consejo útil.

2 Seguridad general

La maqueta de coche está construida según los estándares más altos. Sin embargo, manejarla de manera incorrecta puede causar daños en:

- La salud del operador y los presentes
- La unidad en sí misma y otros artículos de pertenencia

2.1 Por su seguridad

Hay diferentes advertencias a lo largo de esta guía que contienen esta información sobre seguridad general. Estas advertencias explican cómo actuar para protegerse a usted mismo y a otras personas o pertenencias.

- ⟶ Mantenga este Manual a la mano siempre.
- ⟶ Lea hasta comprender totalmente este Manual.
- ⟶ Cumpla las normas legales locales.
- ⟶ Siga las advertencias e instrucciones de seguridad.
- ⟶ Entregue este Manual a futuros operadores de la maqueta de coche.

2.1.1 Uso correcto

La maqueta de coche se proporciona solamente con el fin de realizar experimentos y demostraciones sobre la tecnología del hidrógeno y sus componentes. La maqueta de coche puede usarse solamente para realizar experimentos y demostraciones. Su uso correcto es como electrolizador y pila de combustible.

2.1.1.1 Usos prohibidos

La maqueta de coche no puede usarse para:

- Generar electricidad ni hidrógeno con ningún otro objetivo que no sea el mencionado en este Manual de instrucciones o en la Guía para el profesor.
- Almacenar o guardar más de las cantidades mínimas de hidrógeno (aprox. 30 ml)
- Medir el voltaje y la corriente con otros medios que no sean los componentes del Dr FuelCell™ Kit
- La electrólisis continua

2.1.2 Operadores

La maqueta de coche debe ser utilizada solamente por personas mayores de 12 años. Los menores deben usar la maqueta de coche sólo bajo la supervisión y guía de un adulto calificado. Los adultos deben asegurarse del manejo correcto. Deben ser conscientes de los posibles daños.

2.1.3 Equipo de protección

- Utilice gafas protectoras para la realización de los experimentos.

2.2 Condiciones del lugar

Los componentes del kit de maqueta de coche se deben montar y hacer funcionar en una base horizontal resistente al agua, llana y estable, a una altura recomendada de 75- 85 cm.

La habitación debe estar bien ventilada.

La habitación y el equipo deben cumplir con las normas legales locales.

2.3 Envío y transporte

Antes de enviar o transportar el kit de maqueta de coche:

- Vacíe siempre el agua destilada.

Para el envío:

- Utilice sólo el recipiente original.

2.4 Medidas de seguridad

Por su propia seguridad:

- Utilice solamente los componentes de Dr FuelCell , a no ser que se indique lo contrario en las descripciones del experimento de la Guía para el profesor.
- No conecte los componentes de Dr FuelCell a tomas de CA.

La pila de combustible reversible produce hidrógeno, un gas explosivo.

- ⟶ Evite la llama expuesta cerca de los componentes.
- ⟶ No fume.

2.4.1 En caso de emergencia

Si se prende fuego el hidrógeno que se filtra:

1. Desconecte inmediatamente la fuente de potencia eléctrica de la pila de combustible reversible para que deje de producir hidrógeno.
2. Inicie todas las medidas de seguridad.
3. Asegúrese de que todas las personas presentes mantengan una distancia prudente de los componentes.

2.5 Compatibilidad electromagnética

La caja del medidor de carga cumple con la Directiva de compatibilidad electromagnética (CEM) 89/336/CEE.

2.6 Garantía

El período de garantía del Dr FuelCell™ Model Car Kit es de 12 meses desde la fecha de entrega. La garantía cubre solamente las averias que ocurren en el contexto del uso correcto de la maqueta de coche y que no sean a causa del operador.

La garantía cubre los componentes faltantes solamente en el momento de la entrega. Ciertas características, como la energía y la vida útil de la pila de combustible reversible, no están cubiertas por la garantía.

La garantía tampoco cubre las fallas que ocurren por:

- El daño causado por el mal desempeño del cliente
- La reparación alterada o arbitraria del equipo
- El daño causado por terceras partes a causa de la negligencia del cliente

3 Contenido del Kit del alumno Descripción funcional

En el siguiente capítulo, encontrará una breve descripción funcional de los componentes del kit de maqueta de coche.

3.1 Contenido del kit

CONSEJO
Incluye una lista detallada de las piezas en INFORMACIÓN TÉCNICA en la página 30 .

Fig. 3-1 Contenido del kit

1 Placa solar

2 Pila de combustible reversible

3 Generador de mano

4 Cables de conexión positivo (rojo) y negativo (negro)

5 Botella de agua destilada

6 Motor con hélice

3.2 Panel solar

El panel solar es una fuente de energía para hacer funcionar el electrolizador y realizar investigaciones con el kit de maqueta de coche.

El panel solar genera energía cuando se ilumina con el sol o luz brillante.

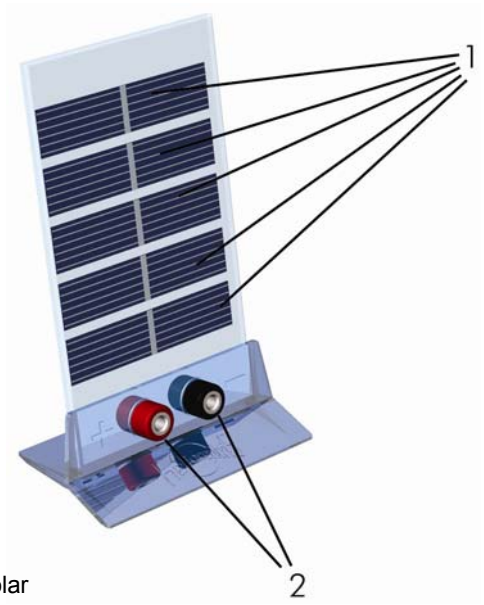


Fig. 3-2 Panel solar

1 Células solares

2 Terminales de clavija de punta cónica (positivo / negativo)

3.3 Generador de mano

Como alternativa al panel solar, el generador de mano se puede utilizar para generar energía.

El generador de mano genera energía cuando se gira el cigüeñal.

Fig. 3-3 Generador de mano

1 Cigüeñal

2 Clavijas de punta cónica (positiva / negativa)

3.4 Pila de combustible reversible

La pila de combustible reversible es el dispositivo central del kit de maqueta de coche. Actúa como electrolizador para producir hidrógeno y oxígeno (energía química) y almacenarlos en los cilindros acumuladores.

La pila de combustible reversible genera energía (eléctrica) cuando consume el hidrógeno y oxígeno de los cilindros acumuladores.

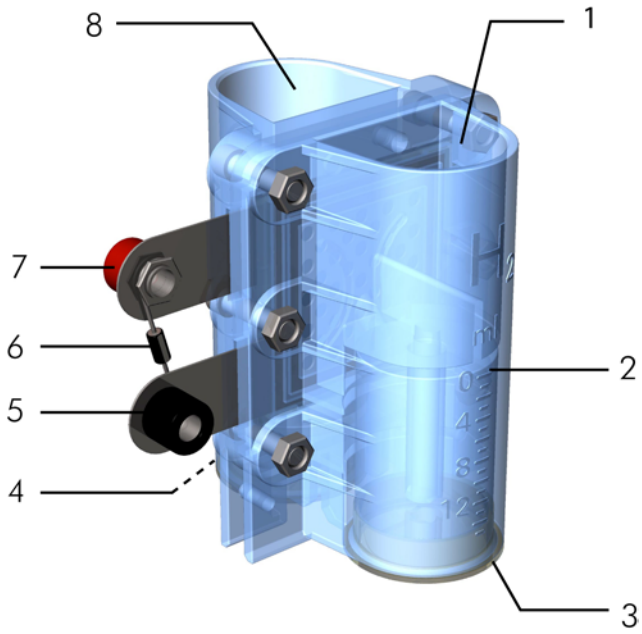


Fig. 3-4 Pila de combustible reversible con membrana de intercambio de protón (PEM: Proton Exchange Membrane)

1	Lado de hidrógeno del depósito de agua	5	Terminal negativo de clavija de punta cónica
2	Lado de hidrógeno del cilindro acumulador	6	Diodo de protección
3	Tapón del lado de hidrógeno	7	Terminal positivo de clavija de punta cónica
4	Lado de oxígeno del cilindro acumulador (oculto)	8	Lado de oxígeno del depósito de agua

3.5 Motor con hélice

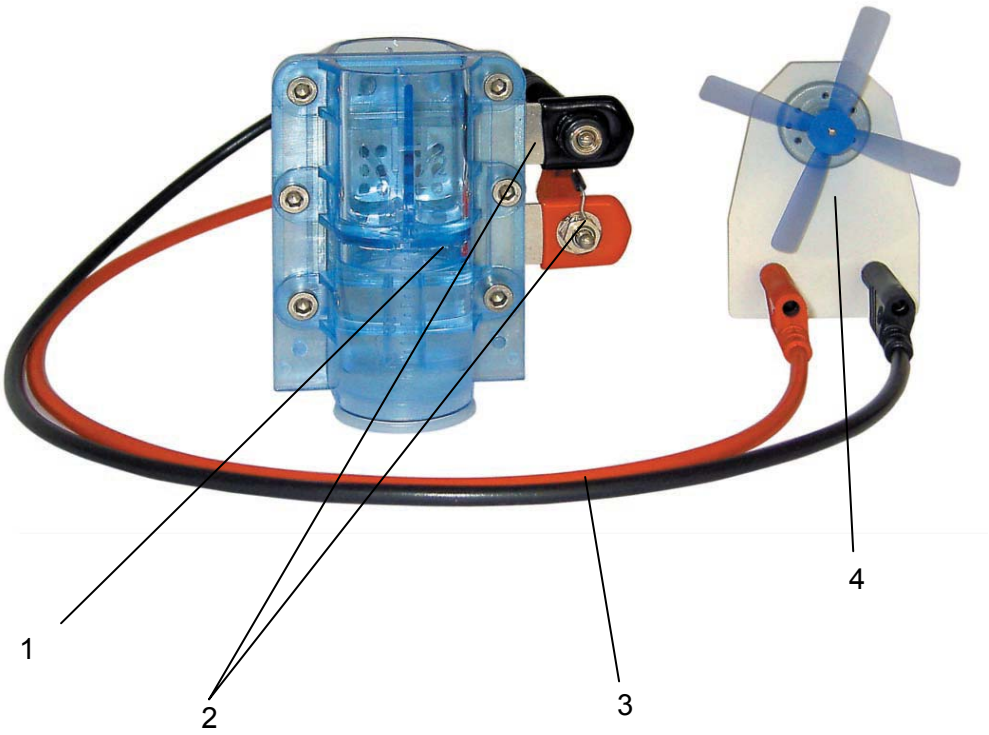


Fig. 3-5 Motor con hélice

1 Pila de combustible reversible

2 Clavijas de conexión positivo (rojo) y negativo (negro)

3 Cables de conexión positivo y negativo

4 Motor con hélice

4 Coche y motor

El motor del coche es accionado por la pila de combustible, o el panel solar, o ambos.

El coche se puede dirigir; puede desplazarse de forma recta o en un círculo.

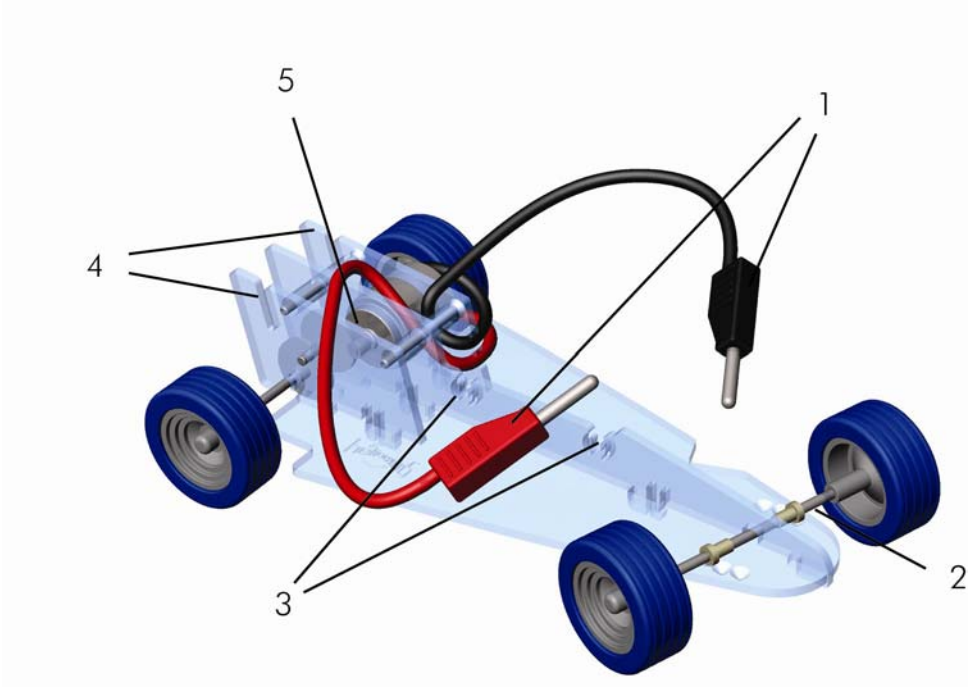


Fig. 4 Chasis del coche

1	Clavijas de punta cónica (positiva/ negativa)	4	Ranuras para agregar el panel solar
2	Eje delantero dirigible	5	Motor con mecanismos al eje trasero
3	Muescas para agregar pila de combustible reversible		

5 Inicio

Este capítulo describe los pasos que debe seguir antes de hacer funcionar el coche y realizar las mediciones en la caja del medidor de carga. Estos pasos son:

- Elegir un lugar adecuado
- Llenar la pila de combustible con agua destilada
- Comenzar a producir hidrógeno

Cuando haya finalizado estos tres pasos, estará listo para hacer funcionar el coche y medir.

5.1 Aspectos preliminares

⚠ **PRECAUCIÓN**
¡Encendido de hidrógeno! Quemaduras en la piel y daño en la pila de combustible reversible. → No se permiten llamas abiertas ni fumar.

5.1.1 Dónde instalar el kit de maqueta de coche

La superficie sobre la que se debe instalar el kit de maqueta de coche debe:

- Ser pareja y estable
- Estar a una altura recomendada de 75 - 85 cm
- Tener buena ventilación

5.1.2 Desembalaje

Debe haber recibido el paquete en perfectas condiciones.
No obstante:

→ Verifique que esté completo.

→ Verifique que el contenido no tenga daños visibles.

En caso de daños durante el transporte:

→ Comuníquese con su proveedor.

5.1.3 Equipo adicional

Para que el kit de maqueta de coche funcione, necesita equipo adicional.

Luz

Para proveer de luz al panel solar, necesita:

- El sol
- Luz brillante

CONSEJO

Una buena fuente de iluminación interior es un reflector parabólico aluminizado (PAR) de 100 a 120 Watts.
La iluminación con luz solar sólo se recomienda en un día muy soleado.

AVISO

¡Sobrecalentamiento del panel solar!

Desperfecto o daño permanente de las células solares.

- → Sólo use fuentes luminosas con una potencia máxima de 120 W.
- → Mantenga una distancia mínima de 20 cm entre la fuente luminosa y el panel solar.
- → **No** concentre luz con un reflector.

Agua destilada

Para proveer de un líquido electrolizable a la pila de combustible reversible, necesita:

- Agua destilada

AVISO

¡Sólo use agua destilada!

El agua de la llave u otros líquidos causarán un daño permanente a la membrana de la pila de combustible reversible.

CONSEJO

Si los alumnos usan la pila de combustible sin una supervisión estricta, se recomienda que coloque un aviso"¡No use esta agua!" en las llaves de agua.

5.2 Cómo llenar la pila de combustible reversible

AVISO

¡Sólo use agua destilada!

El agua del grifo u otros líquidos causarán un daño permanente a la membrana de la pila de combustible reversible.

- *v* Se ha elegido una base pareja y estable
- *v* Pila de combustible reversible
- *v* Agua destilada

1. Coloque la pila de combustible reversible hacia abajo (con los números hacia abajo) sobre la superficie plana.
2. Saque los tapones.

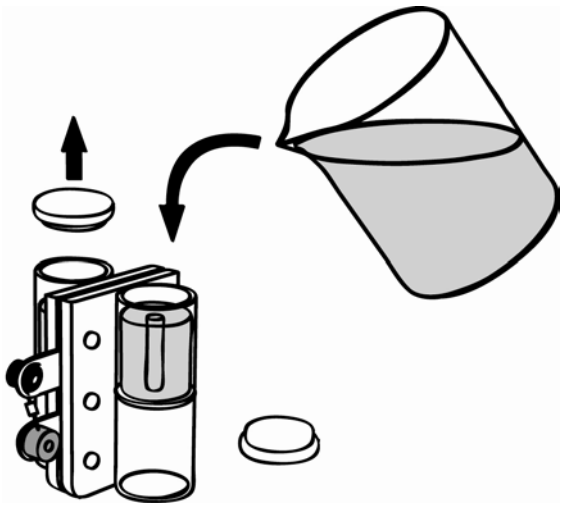


Fig. 5-1 Llenado de la pila de combustible reversible con agua destilada

3. Vierta agua destilada en ambos cilindros acumuladores hasta que el agua llegue al nivel superior de los tubos pequeños del centro de los cilindros.
4. Golpee levemente la pila de combustible reversible para permitir que el agua fluya hacia el área que rodea la membrana y las placas metálicas de recolección de corriente.
5. Agregue más agua hasta que comience a desbordarse hacia los tubos del cilindro.
6. Coloque los tapones nuevamente en los cilindros. Asegúrese de que no quede aire atrapado dentro del cilindro.

CONSEJO

Una pequeña burbuja en el orden de 0,5 ml no causará problemas y se puede ignorar.

7. Si la membrana no se ha utilizado por un tiempo y se ha secado: Déjela remojar durante unos 10 minutos.
8. Voltee la pila de combustible reversible hacia arriba.

Ahora la pila de combustible reversible está llena con agua destilada.

5.3 Cómo producir hidrógeno

La producción de hidrógeno (y oxígeno) consta de:

- La instalación del panel solar
- Su conexión a la pila de combustible reversible llena

- La instalación del generador de mano o una fuente de energía alternativa
- Su conexión a la pila de combustible reversible llena

5.3.1 Cómo instalar el panel solar

→ Fuente luminosa

Al usar luz artificial

AVISO

¡Sobrecalentamiento del panel solar!

Desperfecto o daño permanente de las células solares.

→ Sólo use fuentes luminosas con una potencia máxima de 120 W.

→ Mantenga una distancia mínima de 20 cm entre la fuente luminosa y el panel solar.

→ **No** concentre luz con un reflector.

1. Instale el panel solar frente a la fuente luminosa manteniendo una distancia mínima de 20 cm
2. Asegúrese de apuntar el panel solar directamente a la fuente luminosa en dirección perpendicular.
3. Asegúrese de que la fuente luminosa ilumine el panel solar de forma uniforme y no deje puntos oscuros.

El panel solar y la fuente luminosa están alineados.

Al usar luz solar

CONSEJO

La luz solar sólo se recomienda como fuente luminosa en un día muy soleado.

→ Instale el panel solar frente al sol, asegurándose de que no queden puntos oscuros / sombras en el panel solar.

5.3.2 Cómo conectar el panel solar y la pila de combustible reversible

Para producir hidrógeno, la pila de combustible reversible debe conectarse a la fuente de potencia eléctrica, en este caso, el panel solar.

- La pila combustible reversible se llena con agua destilada
- El panel solar está alineado con la fuente luminosa
- 1 cable de conexión rojo y 1 negro

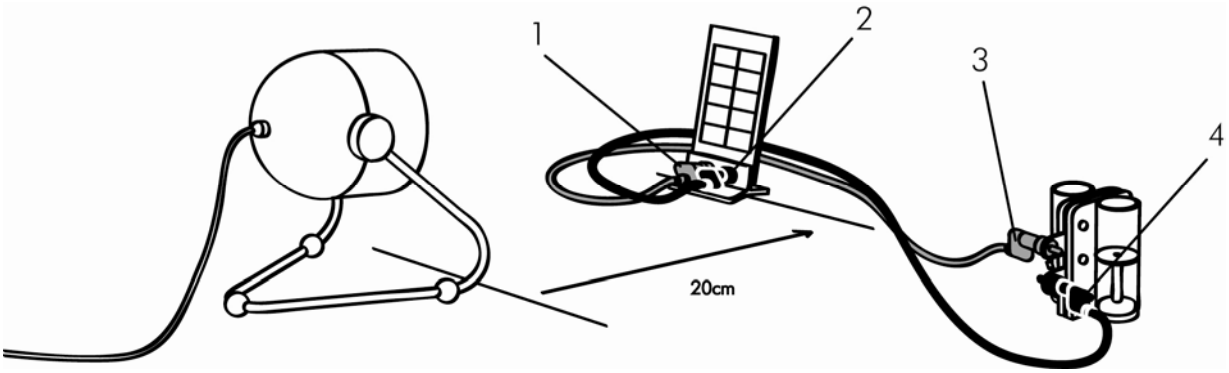


Fig. 5-2 Conexión del panel solar y la pila de combustible reversible

PRECAUCIÓN

¡Exceso de presión en la pila de combustible reversible!

Lesiones debido a objetos que salen lanzados, cuando la parte superior de los compartimentos de derrame de los cilindros acumuladores de gas está obstruida.

→ No bloquee la parte superior de los compartimentos de derrame de los cilindros acumuladores de gas.

→ Siempre use protección para los ojos.

1. Conecte el terminal rojo (positivo) del panel solar (1) al terminal rojo (positivo) de la pila de combustible reversible (3).

AVISO

¡Cortocircuito de la pila de combustible reversible!

Puntos calientes en la membrana, que causan su deterioro.

→ No hay cortocircuito de la pila de combustible reversible.

2. Repita el paso 1 con el cable de conexión negro (2, 4) y los terminales negativos.

La pila de combustible reversible ahora está conectada a la fuente de energía y comenzará a producir de inmediato hidrógeno y oxígeno.

3. Apague la fuente luminosa cuando se haya producido suficiente hidrógeno.

⚠ PRECAUCIÓN
¡Superficie caliente en el panel solar y la lámpara! Quemaduras en la piel. → No toque la superficie caliente del panel solar o la lámpara. → Deje enfriar el panel solar / la lámpara antes de tocar.

4. Desconecte el panel solar de la pila de combustible reversible.

5.3.3 Cómo usar el generador de mano

En lugar del panel solar, el generador de mano también se puede utilizar para suministrar energía.

- *v* La pila de combustible reversible se llena con agua destilada
- *v* Generador de mano

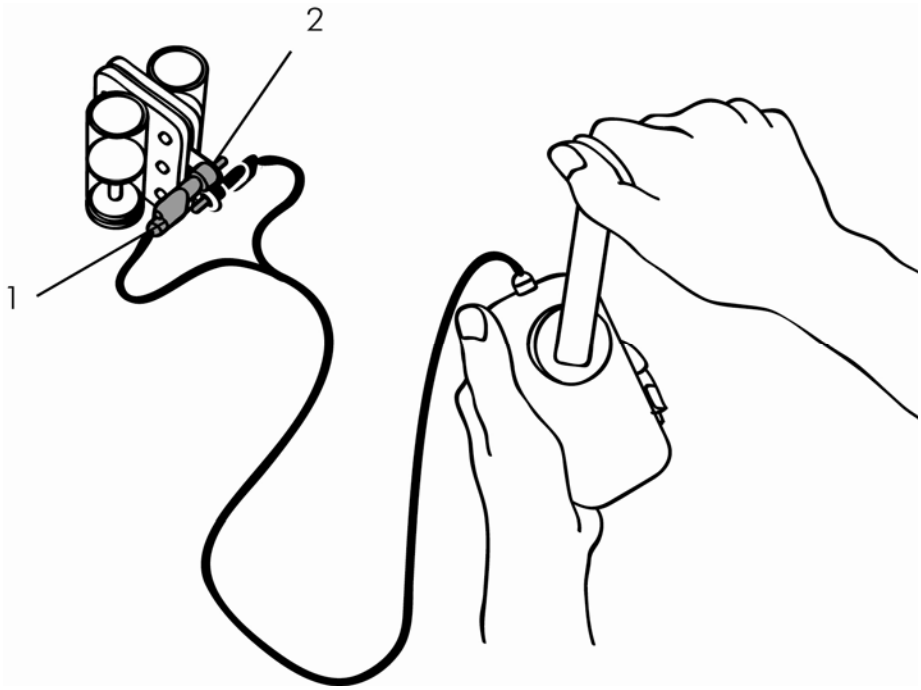


Fig. 5-3 Conexión del generador de mano con la pila de combustible reversible

1. Conecte el terminal rojo (positivo) del generador de mano al terminal rojo (positivo) de la pila de combustible reversible (1)
2. Repita el paso 1 con el cable de conexión negro y los terminales negativos (2).
3. Gire el cigüeñal del generador de mano (no importa en qué

dirección)
El diodo verde del generador de mano se enciende y comienza la producción de hidrógeno.

4. Deje de girar cuando se haya producido suficiente hidrógeno.
5. Desconecte el generador de mano de la pila de combustible reversible.

5.3.4 Otras fuentes de energía

AVISO

¡Corrientes altas!

Daño en la pila de combustible reversible.

→ No aplique corrientes superiores a 500 mA a la pila de combustible reversible.

Puede usar cualquier otra fuente de alimentación alternativa, por ejemplo:

- Una fuente de alimentación de laboratorio regulada, definida en una corriente máxima de 500 mA, con un voltaje máximo de 2 V
- Un panel solar diferente con los mismos límites de corriente/ voltaje
- Una célula de ácido de plomo recargable (2 V)

CONSEJO

Las baterías de NiCd recargables o alcalinas no son adecuadas; el voltaje de una sola célula es demasiado bajo y el voltaje de dos células es demasiado alto.

5.3.5 Cómo finalizar la producción de hidrógeno y oxígeno

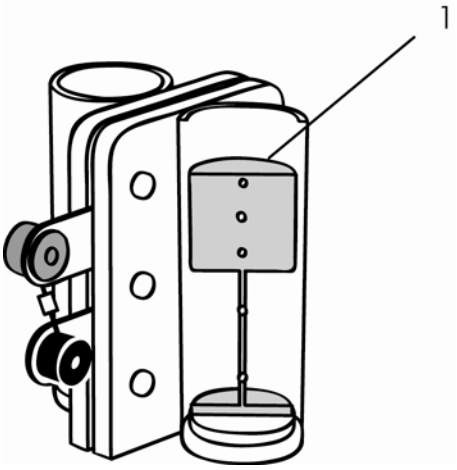


Fig. 5-4 El hidrógeno ha expulsado el agua hacia afuera

La pila de combustible reversible está completamente cargada cuando el agua en el cilindro acumulador de hidrógeno ha ingresado por completo al depósito de la parte superior (1).

CONSEJO

Una pila de combustible reversible típica del tipo Dr FuelCell produce 12 ml de hidrógeno en 10 a 11 minutos a 150 mA.

Una vez que el hidrógeno ha llenado todo el cilindro acumulador:

1. Desconecte la pila de combustible reversible de la fuente de energía al desconectar las clavijas de punta cónica.

La pila de combustible reversible deja de producir hidrógeno y oxígeno.

2. Elimine la fuente de energía.

La producción de hidrógeno ha finalizado.

5.3.6 Cómo purgar aire de la pila de combustible reversible

Para garantizar un rendimiento óptimo de la pila de combustible, continúe produciendo hidrógeno hasta que el agua en el cilindro acumulador de oxígeno haya ingresado por completo al depósito de la parte superior.

CONSEJO

Al purgar aire de la pila de combustible reversible, no podrá demostrar la relación de hidrógeno / oxígeno 2:1.

PRECAUCIÓN

¡Exceso de presión en la pila de combustible reversible!

Lesiones debido a objetos que salen lanzados, cuando la parte superior de los compartimentos de derrame de los cilindros acumulador de gas está obstruida.

- No bloquee la parte superior de los compartimentos de derrame de los cilindros acumuladores de gas.
- Siempre use protección para los ojos.

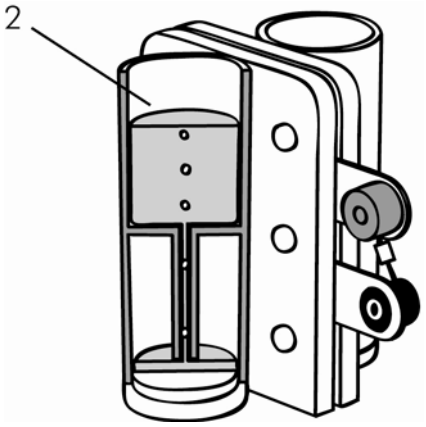


Fig. 5-5 Purga de la pila de combustible reversible

Una vez que el oxígeno ha llenado todo el cilindro acumulador (2):

- Desconecte la pila de combustible reversible de la fuente de energía al desconectar las clavijas de punta cónica.

La pila de combustible reversible deja de producir hidrógeno y oxígeno.

Si no se produjo suficiente hidrógeno, vea las soluciones en DETECCIÓN Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS en la página 32.

6 Cómo hacer funcionar su pila de combustible

Cuando la pila de combustible reversible está completamente cargada con hidrógeno, está lista para accionar la maqueta de coche o para medir sus curvas características con la caja del medidor de carga.

⚠ PRECAUCIÓN

¡Encendido de hidrógeno!

Quemaduras en la piel y daño en la pila de combustible reversible.

→ No se permiten llamas abiertas ni fumar.

6.1 Cómo hacer funcionar la maqueta de coche

- *v* Se ha producido hidrógeno
- *v* La pila de combustible reversible está desconectada de la fuente de energía

AVISO

¡Cortocircuito de la pila de combustible reversible!

Puntos calientes en la membrana, que causan su deterioro.

→ No hay cortocircuito de la pila de combustible reversible.

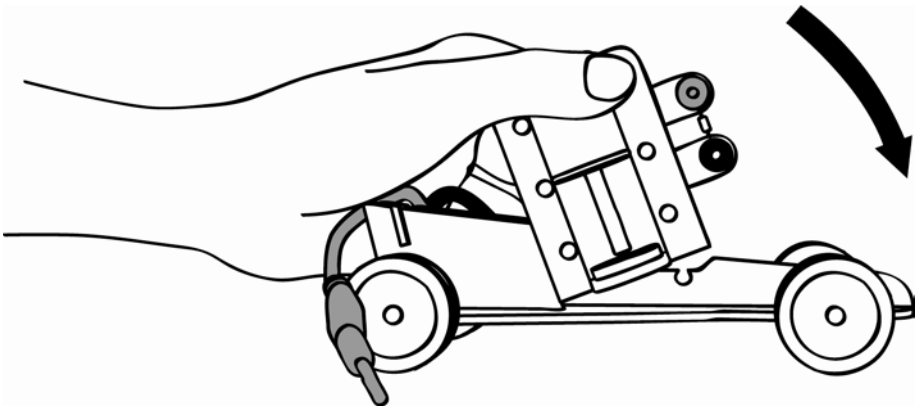


Fig. 6-1 Conexión de la maqueta de coche

1. Elija un lugar adecuado: plano, liso y sin obstrucciones.
2. Con los terminales rojo y negro hacia la parte delantera del coche, coloque la pila de combustible reversible en las muescas de la maqueta de coche hasta que escuche un clic que indica que está en su lugar.
3. Conecte la clavija de punta cónica roja (positivo) al terminal rojo (positivo) y la clavija de punta negra (negativo) al terminal negro (negativo).

El coche comenzará a funcionar.

CONSEJO

Al girar el eje delantero (tres posiciones son posibles), el coche puede girar en círculo.

6.2 **Cómo hacer funcionar el motor con hélice**

Fig. 6-2 Conexión del motor con hélice

1. Conecte el terminal rojo (positivo) de la pila de combustible al terminal rojo (positivo) del motor con hélice utilizando el cable de conexión de igual color.

2. Repita el paso 1 con el cable de conexión negro y los terminales negativos

7 Cómo apagar el Dr FuelCell™ Model Car

7.1 Cómo desarmar y almacenar el Dr FuelCell ™ Model Car Kit

Cómo desarmar el Dr FuelCell ™ Model Car Kit

1. Apague la fuente luminosa (si utilizó luz artificial).
2. Desconecte todos los componentes.
3. Saque los tapones de la pila de combustible reversible y vacíe el agua.

AVISO

¡La capa de difusión de gas se moja demasiado!

Deterioro de la membrana de la pila de combustible.

No almacene la pila de combustible reversible llena con agua.

CONSEJO

No vuelva a colocar los tapones; almacénelos en el compartimiento del contenedor original.

Cómo almacenar el kit de maqueta de coche

4. Deje que la pila de combustible reversible se seque.
5. Almacene los componentes del kit de maqueta de coche en el contenedor original.
6. Almacene el kit de maqueta de coche en un lugar protegido contra vibraciones, polvo / suciedad y acceso no autorizado.
7. Almacene los componentes a temperaturas entre 10 °C y 35 °C.

7.2 Eliminación

Elimine el kit de maqueta de coche o sus piezas de manera correcta de acuerdo con sus reglamentos legales.

8 Información técnica

8.1 Especificaciones

8.1.1 Panel solar

Características	Valor
Temperatura de funcionamiento y almacenamiento	10–65 °C
Largo / ancho / alto	52 mm × 70 mm × 130 mm
Peso 60 gr.	
Con potencia incidente de 1000 W/m ² a 25 °C (77 °F):	
Voltaje de circuito abierto	2,8 V
Corriente de cortocircuito	250 mA
Corriente de operación	200 mA (con carga de 10Ω)
Voltaje de operación	1,4–1,6 V
Potencia de operación	280 mW

Tabla 8-1 Especificaciones del panel solar

8.1.2 Pila de combustible reversible

Características	Valor
Largo / ancho / alto	70 mm × 90 mm × 80 mm
Peso (vacía)	140 g
Temperatura de operación	10–40 °C
Temperatura de almacenamiento	5 - 40 °C
Almacenamiento de gas	2 × 15 ml
Operación del electrolizador	
Voltaje de funcionamiento	1,4–2 V
Corriente	0–500 mA
Tasa de producción de hidrógeno, máxima	3,5 ml / min
Operación de la pila de combustible	
Voltaje de operación	0,5-0,9 V
Corriente de operación	500 mA
Potencia de operación	250 mW

Tabla 8-2 Especificaciones de la pila de combustible reversible

8.1.3 Coche y motor

Características	Valor
Largo / ancho / alto	210 mm × 110 mm × 45 mm
Voltaje de operación del motor	0,5-3 V
Con pila de combustible reversible	
Tasa de consumo de hidrógeno	3 - 5ml / min
Tiempo de funcionamiento del coche	3–5 min

Tabla 8-3 Especificaciones del coche y motor

9 Detección y solución de problemas

Aunque el kit de maqueta coche está diseñado para funcionar sin problemas, es posible que se presenten algunos.

9.1 Prueba del panel solar

- Fuente luminosa (se recomienda: ampolleta PAR de 100 – 120 W)
- Panel solar
- Caja del medidor de carga (Kit del profesor)
- 2 cables de conexión

Para revisar el panel solar, realice lo siguiente:

1. Conecte el panel solar directamente al terminal del amperímetro
2. Defina la perilla de LOAD en 10 $\wedge$.
3. Presione el botón de encendido y apagado.

AVISO

¡Sobrecalentamiento del panel solar!

Desperfecto o daño permanente de las células solares.

→ Sólo use fuentes luminosas con una potencia máxima de 120 W.

→ Mantenga una distancia mínima de 20 cm entre la fuente luminosa y el panel solar.

→ **No** concentre luz con un reflector.

4. Instale el panel solar frente a la fuente luminosa manteniendo una distancia mínima de 20 cm.

Con la ampolleta PAR de 120 W brillando y en forma uniforme sobre toda la superficie del panel solar, el amperímetro indica al menos 150 mA. Las luces con menor potencia causarán un rendimiento considerablemente inferior del panel solar.

9.2 Prueba del electrolizador

- Panel solar
- Caja del medidor de carga (Ver Dr FuelCell Kit - Kit de hidrógeno)

CONSEJO
Si la caja del medidor de carga no está disponible, puede realizar esta prueba con un amperímetro y un voltímetro.

- Pila de combustible reversible llena con agua destilada, vea CÓMO LLENAR LA PILA DE COMBUSTIBLE REVERSIBLE en la página 17
- 3 cables de conexión rojos y 2 negros

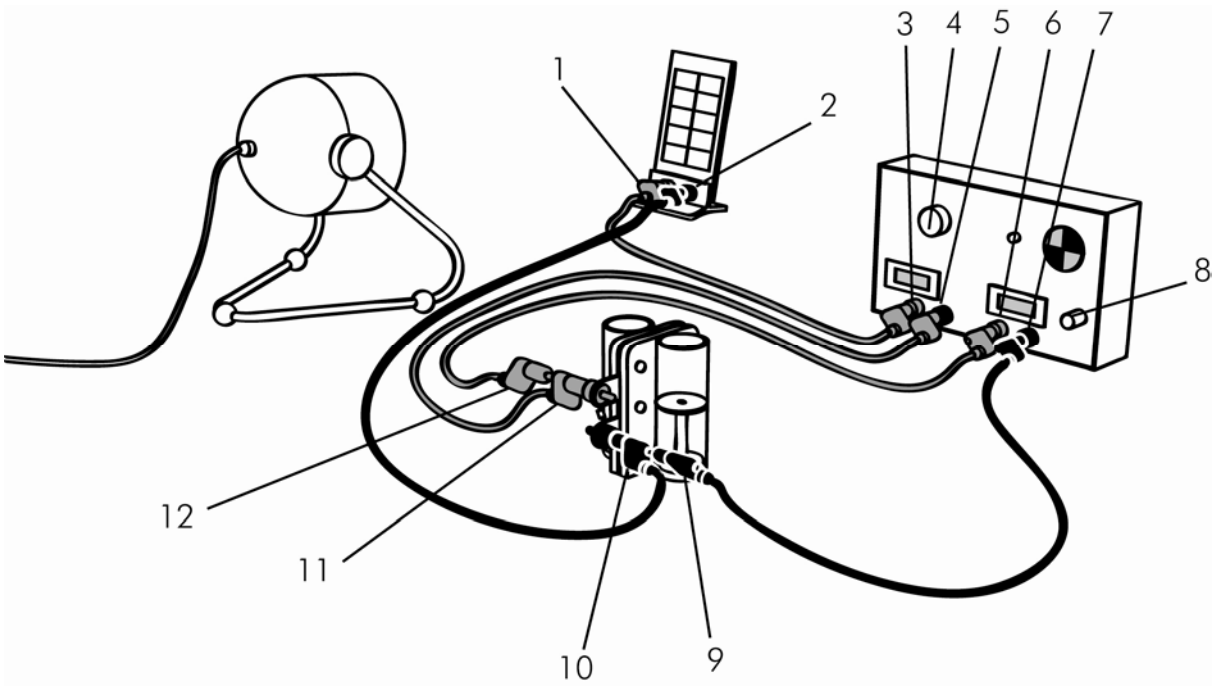


Fig. 9-1 Prueba del electrolizador

1. Conecte el terminal rojo (positivo) del panel solar (1) al terminal rojo (positivo) del amperímetro (3).
2. Conecte el terminal negro (negativo) del panel solar (2) al terminal negro (negativo) de la pila de combustible reversible (10).
3. Conecte el terminal rojo (positivo) de la pila de combustible reversible (11) al terminal negro (negativo) del amperímetro (5).

4. Conecte el terminal negro (negativo) de la pila de combustible reversible (9) al terminal negro (negativo) (7) del voltímetro.
5. Conecte el terminal rojo (positivo) de la pila de combustible reversible (12) al terminal rojo (positivo) del voltímetro (6).
6. Presione el botón de encendido y apagado.
7. Defina la perilla de LOAD (4) en SHORT CIRCUIT.
8. Ajuste la fuente luminosa, de modo que la corriente sea de 150 a 200 mA.
9. Revise el voltaje en la pantalla indicadora de voltaje.

El voltaje debe indicar 1,6–1,7 V.

Si el voltaje es superior a 2V, la causa podría ser que la membrana se ha secado:

10. Voltee hacia abajo la pila de combustible reversible y déjela remojando durante 30 minutos.
11. Repita los pasos 7 a 9.

Si el voltaje aún es superior a 2 V, la membrana está defectuosa:

→ Comuníquese con Heliocentris para informar el problema; vea SERVICIO en la página 47.

El siguiente diagrama ilustra los rangos de corriente y voltaje del electrolizador.

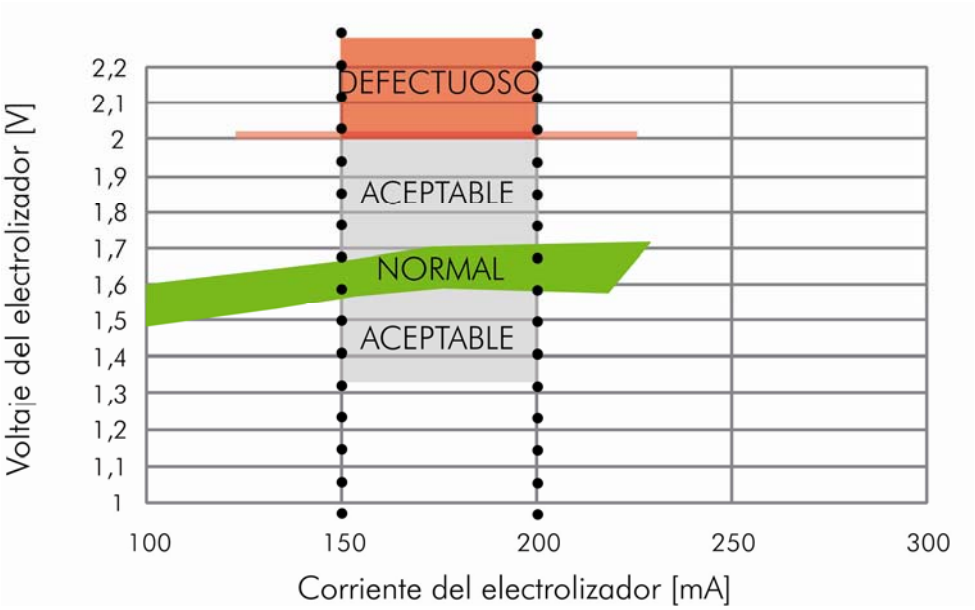


Fig. 9-2 Prueba del electrolizador

9.3 Prueba de la pila de combustible

- Fuente luminosa (se recomienda: ampolleta PAR de 100 – 120 W)
- Panel solar
- Caja del medidor de carga (Ver Dr FuelCell Kit de hidrógeno)
- Pila de combustible reversible
- 2 cables de conexión rojos y 2 negros

CONSEJO

Si la caja del medidor de carga no está disponible, puede realizar esta prueba con una resistencia de 1 – 3Ω y un amperímetro y un voltímetro.

1. Produzca 10 ml de hidrógeno; vea CÓMO PRODUCIR HIDRÓGENO en la página 18.
2. Purgue la pila de combustible reversible; vea CÓMO PUGAR AIRE DE LA PILA DE COMBUSTIBLE REVERSIBLE en la página 23
4. Conecte la pila de combustible reversible para medir el voltaje y la corriente; vea CÓMO MEDIR LA CORRIENTE Y VOLTAJE DE LA PILA de combustible en el Manual del profesor página 21
5. Defina la perilla de LOAD en 10 Ω y espere 3 minutos.
6. Defina la perilla de LOAD en 1Ω

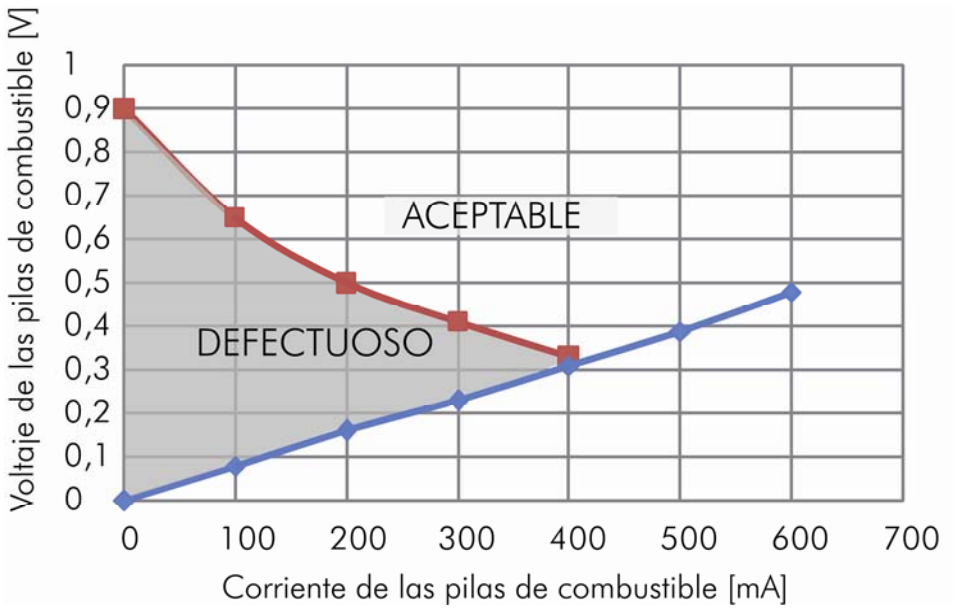


Fig. 8-3 Prueba de la pila de combustible

7. Lea el voltaje y la corriente que aparecen en la caja del medidor de carga.
8. Compare la corriente y el voltaje con el gráfico anterior.

Si el punto de operación se encuentra dentro del área defectuosa, la membrana de la pila de combustible reversible podría estar demasiado mojada. En este caso:

1. Produzca hidrógeno durante 15 minutos.
2. Repita los pasos 4 a 7.

Si el rendimiento mejora, pero el punto de operación aún se encuentra dentro del área defectuosa, repita los pasos 8 y 9.

CONSEJO

Para mejorar el rendimiento de la pila de combustible, vacíe la pila de combustible y déjela abierta por un día. Si el punto de operación aún se encuentra dentro del área defectuosa, comuníquese con Heliocentris, vea SERVICIO en la página 47.

Si el punto de operación continúa dentro del área defectuosa, comuníquese con Heliocentris; vea SERVICIO en la página 47.

9.4 Problemas y sus soluciones

CONSEJO

Los problemas están ordenados por orden alfabético.

¿Cuál es el problema?	¿Posible causa?	¡Solución!
El amperímetro y / o voltímetro no se visualizan como se espera cuando la caja del medidor de carga actúa como carga para la pila de combustible reversible.	Conexiones o configuración de LOAD incorrectas	En la configuración típica de la pila de combustible-caja del medidor de carga, la caja del medidor de carga provee una carga que usted selecciona. El amperímetro muestra la corriente que fluye por esta carga. Use la perilla de LOAD para seleccionar una carga, pero no seleccione SHORT CIRCUIT. La sección del voltímetro de la caja del medidor de carga no está conectada internamente a nada; simplemente mide la diferencia de voltaje entre dos puntos que usted conecta a sus terminales.

¿Cuál es el problema?	¿Posible causa?	¡Solución!
El amperímetro no muestra la corriente esperada cuando la caja del medidor de carga mide la corriente que fluye por el electrolizador.		En la configuración típica del panel solar - caja del medidor de carga - electrolizador, el nombre caja del medidor de carga conduce a error, ya que la caja no suministra ninguna carga; en su lugar, el electrolizador es la carga. Está usando la caja sólo como amperímetro. Debe definir la perilla de LOAD en SHORT CIRCUIT, de modo que el medidor simplemente mida la corriente que fluye por los terminales "A". Si determina LOAD en cualquier otra posición, impedirá la corriente y obtendrá resultados inesperados. La sección del voltímetro en la caja del medidor de carga no está conectada internamente a otra cosa. El voltímetro mide la diferencia de voltaje entre dos puntos que usted conecte a sus terminales.
El coche no funciona tan rápidamente o por tanto tiempo como el coche de otro kit.	Variaciones en el rendimiento de la pila de combustible y motor.	Esto es normal.
El motor no funciona , incluso si se sostiene sobre la superficie.	Falta hidrógeno y oxígeno en los cilindros acumuladores.	Asegúrese de que ha hecho funcionar el electrolizador de manera correcta, y de que los cilindros cuenten con suficiente hidrógeno y oxígeno.

¿Cuál es el problema?	¿Posible causa?	¡Solución!
El motor no funciona, incluso si se sostiene sobre la superficie.	La pila de combustible reversible no está conectada al motor.	Revise las conexiones, incluidas las conexiones soldadas en el motor. Intente levantar el coche de la superficie y manipule los cables. Si el motor funciona en forma intermitente, las conexiones están malas. Comuníquese con Heliocentris para informar el problema con su coche; vea SERVICIO en la página 47
El motor no funciona, incluso si se sostiene sobre la superficie.	Motor defectuoso	Saque la pila de combustible Reversible e intente esta prueba. Sosteniendo el coche, toque los cables del motor con una batería de 1,5 V. Las ruedas deben girar rápidamente. Si no lo hace, el motor está defectuoso y debe comunicarse con Heliocentris para informar el problema con su coche; vea SERVICIO en la página 47
El motor no funciona, incluso si se sostiene sobre la superficie.	Problema en La pila de combustible reversible.	Si ha eliminado otras causas anteriores, la pila de combustible reversible debe estar defectuosa. Si tiene una caja del medidor de carga, puede realizar la Prueba de pila de combustible que aparece en la página 35 para confirmar. Comuníquese con Heliocentris para informar el problema con su pila de combustible reversible; vea SERVICIO en la página 47.

¿Cuál es el problema?	¿Posible causa?	¡Solución!
El coche se mueve lentamente , o sólo por un periodo breve.	Hidrógeno / oxígeno mezclado con aire.	Asegúrese de haber producido al menos 10 ml de hidrógeno. Para un rendimiento óptimo de la pila de combustible, produzca aún más hidrógeno, y continúe hasta que incluso el lado del oxígeno se "desborde" y suban burbujas de oxígeno por el depósito; vea CÓMO PURGAR AIRE DE LA PILA DE COMBUSTIBLE reversible en la página 23.
El coche se mueve lentamente, o sólo por un periodo breve.	Superficie del piso demasiado áspera.	Coloque el coche sobre una superficie lisa y limpia. No funcionará en la mayoría de los tipos de alfombra.
El coche se mueve lentamente, o sólo por un periodo breve.	La membrana de la pila de combustible reversible no está demasiado mojada.	Si la pila de combustible reversible es nueva o no se ha utilizado por varios meses, llénela con agua destilada y déjela reposar sin voltearla hacia arriba.
El coche se mueve lentamente, o sólo por un periodo breve.	La capa de difusión de gas de la pila de combustible está demasiado mojada.	Haga funcionar la pila de combustible reversible como un electrolizador durante aproximadamente 15 minutos y/o vierta el agua y deje que la pila de combustible se seque durante algunas horas (hasta 3 días).

¿Cuál es el problema?	¿Posible causa?	¡Solución!
El coche funciona, pero se detiene cuando tiene poco hidrógeno (menos de 2ml)	Diversas causas, generalmente por condiciones de la membrana.	Si la cantidad de gas remanente en el cilindro de hidrógeno es menos de 2 ml, no hay problema, es normal. Sin embargo, para un rendimiento óptimo de la pila de combustible, puede intentar producir hidrógeno por un mayor tiempo, y continuar hasta que incluso el lado del oxígeno se "desborde" y suban burbujas de oxígeno por el depósito; vea CÓMO PURGAR AIRE DE LA PILA DE COMBUSTIBLE reversible en la página 23.
El coche funciona, pero se detiene cuando tiene poco hidrógeno (menos de 2 ml)	Pila de combustible defectuosa.	Si ha eliminado otras causas anteriores, la pila de combustible reversible debe estar defectuosa. Si tiene una caja del medidor de carga, puede realizar la prueba de pila de combustible que aparece en la página 35 para confirmar. Comuníquese con Heliocentris para informar el problema con su pila de combustible reversible; vea SERVICIO en la página 47.
Cuando la caja del medidor de carga está conectada al motor del coche, la corriente y el voltaje que aparecen son erróneos.	Exceso de tensiones de la estructura del motor.	Si intenta usar el amperímetro o voltímetro de la caja del medidor de carga para medir el voltaje o la corriente del motor de la maqueta de coche, el ruido eléctrico del motor puede originar lecturas falsas del medidor. Los medidores están diseñados para ser usados con la lámpara y el motor de demostración, y las cargas resistivas en la caja del medidor de carga. No medirán la corriente y el voltaje en el motor del coche.

¿Cuál es el problema?	¿Posible causa?	¡Solución!
Voltaje más alto de lo normal cuando se conecta la carga por primera vez.	Capa superficial en el catalizador.	Si conecta el voltímetro de la caja del medidor de carga a la pila de combustible inmediatamente después de usarla como electrolizador , verá que el voltaje que aparece es mayor que el voltaje de la pila de combustible reversible ideal, más de 1,23 V. Debido a una capa superficial transitoria en el catalizador, el voltaje de salida inicial del dispositivo es mayor que el voltaje de una pila de combustible reversible normal. Esta capa desaparece a los pocos segundos de uso.
La perilla de LOAD se desalineó.	El tornillo de ajuste se soltó o la perilla de LOAD se forzó más allá de su tope.	Completamente a la derecha, debe detenerse en SHORT CIRCUIT, y completamente a la izquierda, debe detenerse en OPEN. Suelte el tornillo de ajuste y conecte la perilla de LOAD al eje en la posición correcta.
No hay salida, o hay baja salida, en la caja del medidor de carga.	Conexiones Incorrectas a la medición de carga	Verifique que los cables de conexión estén correctamente enrutados. Asegúrese de que los cables de conexión están seguros. Si están defectuosos, comuníquese con Heliocentris para informar el problema ; vea SERVICIO en la página 47 .
No hay salida, o Hay baja salida, en la caja del medidor de carga.	La caja del medidor de carga agrega resistencia	Si utiliza la caja del medidor de carga en la configuración panel solar-caja del medidor de carga - electrolizador, defina la perilla de LOAD en SHORT CIRCUIT
No hay salida, o Hay baja salida con el panel solar conectado.	Panel solar defectuoso o poca luz.	Realice la prueba del panel solar; vea la página 32.

¿Cuál es el problema?	¿Posible causa?	¡Solución!
No hay producción de hidrógeno o producción de hidrógeno lenta (más de 12 Minutos para 10 ml de hidrógeno).	Conexión incorrecta entre el panel solar y el electrolizador.	Verifique que las conexiones panel solar - electrolizador estén correctas: positiva a positiva, negativa a negativa. Si utiliza la caja del medidor de carga, defina la perilla de LOAD en SHORT CIRCUIT. Revise si hay cables de conexión abiertos o intermitentes. Si están defectuosos, comuníquese con Heliocentris para informar el problema; vea SERVICIO en la página 47.
No hay producción de hidrógeno o producción de hidrógeno lenta (más de 12 minutos para 10 ml de hidrógeno).	Panel solar defectuoso o poca luz. La fuente luminosa no está alineada con el panel solar.	Realice la prueba del panel solar; vea la página 32 Verifique si la fuente luminosa Tiene el rango de potencia correcto.Alinee el panel solar con la fuente luminosa.
No hay producción de hidrógeno o producción de hidrógeno lenta (más de 12 minutos para 10 ml de hidrógeno).	Falla en el electrolizador debido a que se utilizó agua contaminada.	Si ha eliminado las causas anteriores, el electrolizador debe estar defectuoso. Para confirmar, puede realizar la Prueba del electrolizador que aparece en la página 33 antes de comunicarse con Heliocentris para informar el problema con su pila de combustible reversible; vea SERVICIO en la página 47.
Los números en una o ambas pantallas LCD no son visibles.	Baterías agotadas.	Dado que cada medidor tiene su propia batería, un medidor puede perder su pantalla aunque la otra funcione normalmente; vea CÓMO REEMPLAZAR LA BATERÍA DE LA CAJA DEL MEDIDOR DE CARGA en la página 46

¿Cuál es el problema?	¿Posible causa?	¡Solución!
Se filtra agua de la pila de combustible reversible.	Los tapones de los cilindros se encogieron.	Saque el tapón y aplástelo, expandiéndolo. Reemplace el tapón y preste atención a otras filtraciones; vea CÓMO DAR FORMA NUEVAMENTE A LOS TAPONES en la página 46.
Se filtra agua de la pila de combustible reversible.	Fractura en la estructura de la pila de combustible reversible.	Verifique la presencia de grietas visibles. Si las hay , comuníquese con Heliocentris para informar el problema con su pila de combustible reversible; vea SERVICIO en la página 47.

Tabla 9-1 Detección y solución de problemas

10 Mantenimiento y servicio

En general no es necesario realizar trabajo de mantenimiento especial.

10.1 Cómo limpiar el Dr FuelCell Model Car

AVISO

¡Líquidos que no son agua destilada ingresan a la pila de combustible reversible!

Daño en la membrana.

→ Evite que otros líquidos ingresen a la pila de combustible reversible.

→ Use agua destilada para limpiar la pila de combustible reversible. Las superficies plásticas de otros componentes también se pueden limpiar con un limpiador suave.

.

10. 2 Cómo dar forma nuevamente a los tapones

Con el tiempo y la exposición al calor, los tapones de la parte inferior de los cilindros acumuladores pueden encogerse, levemente causando una filtración de agua.

Tome las siguientes medidas:

1. Voltee la pila de combustible reversible hacia abajo.
2. Saque los tapones.
3. Coloque un tapón sobre la mesa y coloque la palma de su mano sobre el tapón.
4. Presiónelo con fuerza.
5. Si es necesario, rellene los cilindros acumuladores con agua destilada.
6. Coloque el tapón nuevamente en su lugar.
7. Voltee la pila de combustible reversible hacia arriba y revise la filtración.
8. Si es necesario, repita los pasos 1 a 7.

10.3 Cómo reemplazar la batería de la caja del medidor de carga (Ver Dr FuelCell Kit - Kit de hidrógeno)

Si la pantalla de uno o ambos medidores desaparece debe reemplazar las baterías. Cada medidor tiene su propia batería.

- *v* Destornillador de cruz pequeño a la mano
- *v* 2 Baterías tipo ANSI-1604A o IEC-6LR61

1. Saque los cuatro tornillos de las esquinas de la caja del medidor de carga con un pequeño destornillador de cruz.
2. Levante cuidadosamente el panel delantero.
3. Saque las dos baterías viejas.
4. Inserte las nuevas baterías.
5. Coloque nuevamente la tapa en su lugar y apriete los tornillos.
6. Elimine las baterías de acuerdo con sus reglamentos locales.

10.4 Servicio

Si tiene problemas con el kit de maqueta de coche y no puede solucionarlos con la ayuda del capítulo: Detección y solución de problemas, comuníquese con:

En todo el mundo, excepto América

Heliocentris Energiesysteme GmbH

Rudower Chaussee 29

12489 Berlín

Alemania

Teléfono +4 9 (0)30 – 63 92 63 25

Fax +4 9 (0)30 – 63 92 63 29

Correo electrónico: support@heliocentris.com

América

Heliocentris Energy Systems Inc.

902ˆ Granville St.

Vancouver, BC

V6C 3T3

Canadá

Teléfono 604 – 684-3546

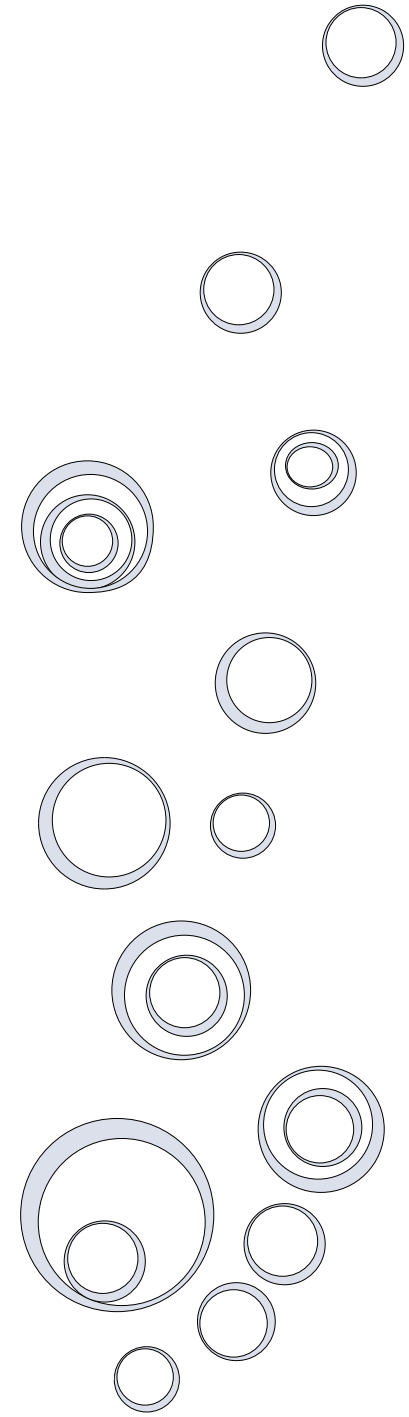
Fax 604 – 648-9406

Correo electrónico: Vancouver@heliocentris.com

Un representante de atención al cliente de Heliocentris se comunicará con usted y le indicará qué hacer. Si el representante le pide que devuelva el dispositivo para reparación o reemplazo, debe asegurarse de embalarlo de manera correcta y segura.

Heliocentris no es responsable del daño causado por un embalaje y envío incorrectos. Los dispositivos cuya garantía ha vencido se envían a su costo.

Si lo desea, puede comunicarse con su distribuidor local donde compró su kit de maqueta de coche para que atienda su queja.



Heliocentris

En todo el mundo, excepto América

Heliocentris Energiesysteme GmbH
Rudower Chaussee 29
12489 Berlín
Alemania

Teléfono: ++49 (0)30 – 63 92 63 26
Fax: ++49 (0)30 – 63 92 63 29

América

Heliocentris Energy Systems, Inc.
902ˆ Granville St.
Vancouver BC
V6C 3T3
Canadá

Teléfono : 604 – 684-3546
Fax: 604 – 648-9406